

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-81191

(P2003-81191A)

(43)公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 3 J 3/02		B 6 3 J 3/02	A 3 G 0 9 3
B 6 3 H 21/17		B 6 3 H 21/17	5 H 5 9 0
B 6 3 J 5/00		B 6 3 J 5/00	A
F 0 2 D 29/02		F 0 2 D 29/02	A
29/06		29/06	E

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-278214(P2001-278214)

(22)出願日 平成13年9月13日(2001.9.13)

(71)出願人 000006781

ヤンマー株式会社

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号

(72)発明者 森 久則

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマ  
ーディーゼル株式会社内

(72)発明者 中垣 充弘

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマ  
ーディーゼル株式会社内

(74)代理人 100080621

弁理士 矢野 寿一郎

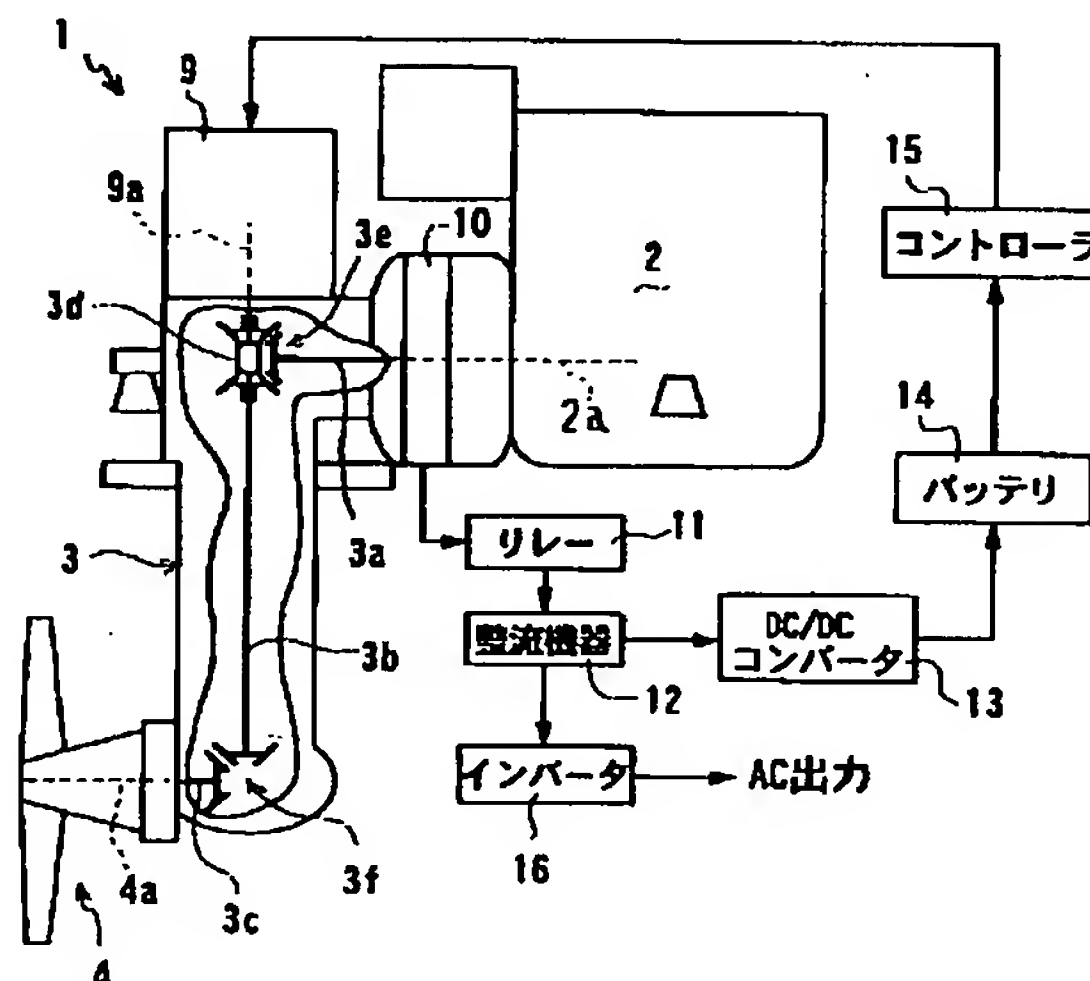
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 船舶の発電及び推進システム

(57)【要約】

【課題】 従来の、推進装置を有する船舶においては、船内用電力を充電しておくバッテリーは搭載されていたが、電動機を駆動するためのバッテリーは搭載されていなかったため、電動機を安定して駆動するために、電動機駆動用のバッテリーを設けて、電動機駆動用のバッテリーに充電するための経路の確立を行う必要があり、この場合に安定した適正な充電を行うために、充電時におけるバッテリー状態の検出や監視を行うシステムを確立する必要がある。

【解決手段】 航走用内燃機関2と、該内燃機関2に接続される動力伝達装置3との間に、船内電力供給を行う発電用機器10を設置し、動力伝達装置3に電動機9を配設する機構において、該発電用機器10からの出力を、整流機器12、DC/DCコンバータ13を順に介して、バッテリー14に充電する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、

該発電用機器からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電することを特徴とする船舶の発電及び推進システム。

【請求項2】 航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、

内燃機関に取り付けられる発電機からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電することを特徴とする船舶の発電及び推進システム。

【請求項3】 航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、

内燃機関及び動力伝達装置とは別置きの発電機、又は商用電源からの出力を、直流変換した後、バッテリーに充電することを特徴とする船舶の発電及び推進システム。

【請求項4】 航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、

該発電用機器からの発電出力をバッテリーに充電する際には、発電用機器が発電を開始する前にオープン電圧等のバッテリー状態を検出し、充電中はバッテリーの電圧・電流等のバッテリー状態を検知して、これらのバッテリー状態に応じてバッテリーへの充電を行うことを特徴とする船舶の発電及び推進システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航走用内燃機関と船内電力供給を行う発電用機器とを有する、船舶の発電及び推進システムの構成に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、船舶の推進装置は、内燃機関及び動力伝達装置等により構成されており、内燃機関の駆動力を動力伝達装置により減速した後に、動力伝達装置に接続されるプロペラを駆動するものである。該推進装置には、航走用の駆動源として、内燃機関に加えて電動機が設けられ、該電動機により内燃機関をアシストして、又は電動機単独で航走可能としたものがある。また、船内で使用する電気機器への電力供給は、船舶の推進装置における内燃機関に付設される発電機を駆動すること等により行っていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述の推進装置を有する船舶においては、船内用電力を充電しておくバッテリーは搭載されていたが、電動機を駆動するためのバッテリーは搭載されていなかった従って、電動機を安定して駆動するために、電動機駆動用のバッテリーを設けて、電動機駆動用のバッテリーに充電するための経路の確立を行う必要があった。さらに、この場合、安定した適正な充電を行うために、充電時におけるバッテリー状態の検出や監視を行うシステムを確立する必要がある。

## 10 【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決すべく、本発明は次のような手段を用いる。請求項1に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、該発電用機器からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電する。

【0005】請求項2に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、内燃機関に取り付けられる発電機からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電する。

【0006】請求項3に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、内燃機関及び動力伝達装置とは別置きの発電機、又は商用電源からの出力を、直流変換した後、バッテリーに充電する。

【0007】請求項4に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、該発電用機器からの発電出力をバッテリーに充電する際には、発電用機器が発電を開始する前にオープン電圧等のバッテリー状態を検出し、充電中はバッテリーの電圧・電流等のバッテリー状態を検知して、これらのバッテリー状態に応じてバッテリーへの充電を行う。

## 40 【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図を用いて説明する。図1は本発明の発電および推進システムにかかる船舶の推進装置を示す図、図2は推進装置の第二実施例を示す図、図3は発電機回転数と発電機出力との関係を示す図、図4は推進装置の第三実施例を示す図、図5は推進装置の第四実施例を示す図、図6は図5の推進装置におけるバッテリーの充電フローを示す図である。

【0009】本発明の、発電および推進システムにかかる、船舶の推進装置について説明する。図1に示す推進

装置1は、内燃機関2、及びセイルドライブに構成された動力伝達装置3を有しており、動力伝達装置3にはプロペラ4が接続されている。該内燃機関2からの駆動力は動力伝達装置3により減速されながらプロペラ4に伝達され、その結果プロペラ4が回転駆動される。また、推進装置1においては、内燃機関2と動力伝達装置3との間に、発電機や発電機特性を有する機器である、発電用機器10を介装している。そして、内燃機関2により発電用機器10を駆動して、該発電用機器10により発電された電力は、後述の電動機駆動用に用いたり、船内電力として供給したりするようにしている。

【0010】内燃機関2からプロペラ4までの動力伝達経路について説明すると、まず、内燃機関2のクランク軸2aと、略水平方向に配置される動力伝達装置3の入力軸3aとが接続されている。動力伝達装置3内においては、入力軸3aは、略垂直方向に配置される伝達軸3bの上端部と、クラッチ3dを介して第一ベベルギア部3eにより連結され、伝達軸3bの下端部と出力軸3cとが第二ベベルギア部3fにより連結されている。

【0011】動力伝達装置3の出力軸3cは、プロペラ4の駆動軸4aと接続されている。そして、内燃機関2の駆動出力は、クランク軸2aから動力伝達装置3の入力軸3aに伝達され、その後、クラッチ3d、伝達軸3b及び出力軸3cを通じて、プロペラ4の駆動軸4aに伝えられる。クラッチ3dは、入力軸3aと伝達軸3bとの連結・非連結を切り換えるとともに、入力軸3aの回転を伝達軸3bへ伝達する際に、その回転方向を切り換える機能を有している。

【0012】また、動力伝達装置3の上端部には電動機9が設置されている。電動機9の出力軸9aは伝達軸3bと接続されている。

【0013】前記発電用機器10は、例えば高周波発電機に構成されており、該発電用機器10の出力部には、リレー（電磁開閉器）11、整流機器12、DC/DCコンバータ13、バッテリー14が、順に接続されており、該バッテリー14はコントローラ15を介して前記電動機9に接続されている。そして、発電用機器10により発電された交流電力は、整流機器12により整流・平滑化されて直流に変換された後、DC/DCコンバータ13により所定の電圧に変圧されてバッテリー14に充電される。また、リレー11は、コントローラ15により開閉制御することで、発電用機器10の出力を、船内へ供給するか否か、及びバッテリー14への充電を行うか否かの切り換えもできる。

【0014】電動機9は、バッテリー14に充電された電力により駆動され、該電動機9の駆動はコントローラ15により制御されている。また、整流機器12により整流・平滑化された発電用機器10からの電力は、インバータ16により交流に変換され、交流電力として船内供給可能とされている。

【0015】以上の如く構成される推進装置1においては、クラッチ3dの切り換えにより、プロペラ4の駆動を、①内燃機関2のみにより駆動する、②内燃機関2により駆動しつつ、電動機9により駆動をアシストする、③電動機9のみにより駆動する、の3種類のパターンにより行うことが可能となっている。この場合、クラッチ3dはコントローラ15に接続されており、該クラッチ3dの切り換えはコントローラ15により制御されている。

【0016】尚、本推進装置1は、本例においては、動力伝達装置3が内燃機関2の下方へ大きく延出し、動力伝達装置3に直接プロペラ4が取り付けられたセイルドライブに構成されているが、動力伝達装置3の後端部に、プロペラ4のプロペラ軸が装着されるマリギアに構成することもできる。

【0017】前述のように、本推進装置1における発電および推進システムでは、内燃機関2により駆動される発電用機器10にて発電された交流電力を、船内供給可能とするとともに、電動機9を駆動するためのバッテリー14に充電するように構成しており、船内電力供給用の発電用機器と、電動機駆動用のバッテリー14を充電するための発電用機器とを兼用して、発電および推進システムの構成の簡素化を図っている。

【0018】また、推進用に用いられる内燃機関2の出力を、発電用機器10の駆動に用いて、電力供給やバッテリー14を充電するために有効活用することができる。さらに、発電用機器10からの電力を一旦バッテリー14に蓄えた上で、電動機9を駆動するように構成しているので、内燃機関2の運転状態に影響されることなく、電動機9を安定して駆動することが可能である。特に、内燃機関2が停止状態にあるときでも、バッテリー14に蓄えられた電力で電動機9を駆動し、安定的に推進することが可能である。

【0019】次に、船舶の発電および推進システムの第二実施例について説明する。図2に示す推進装置1においては、内燃機関2と動力伝達装置3との間に設置される発電用機器10からの出力は、リレー11を介して整流機器12aにより、一旦整流・平滑化されて直流に変換された後、インバータ16にて交流に変換されて、交流出力として、船内供給されている。

【0020】内燃機関2には、オルタネータ等の機関付発電機17が付設されており、該機関付発電機17からの発電出力は、整流機器12bにより整流・平滑化された後、内燃機関2のスタータモータを駆動するためのスタータバッテリー14aに充電される。また、整流機器12bにより直流に変換された機関付発電機17からの出力電力は、DC/DCコンバータ13により所定の電圧に変圧されてバッテリー14にも充電される。動力伝達装置3の上端に装着される電動機9は、このバッテリー14に充電された電力により駆動され、該電動機9の駆動は

10

20

30

40

50

コントローラ15により制御されている。

【0021】ここで、図3に示すように、発電用機器10及び機関付発電機17の出力電圧は、発電用機器10及び機関付発電機17の回転数に比例する。また、インバータ16及びDC/DCコンバータ13が正常に作動する入力電圧には一定の範囲があり、例えば $V_{min}$ から $V_{max}$ までの範囲となっている。従って、船内電力供給及びバッテリー14・14aへの充電を発電用機器10のみで行うように構成した場合、該発電用機器10を、内燃機関2が比較的低振動・低騒音である低回転時に電力供給可能な電圧を出力できるように設定すると（例えば、低回転である回転数 $n_1$ のときの出力電圧が $V_{min}$ よりも大きくなるように設定すると）、高回転時（例えば回転数 $n_2$ ）の出力電圧がインバータ16及びDC/DCコンバータ13の作動可能範囲から外れてしまうこととなる（即ち出力電圧が $V_{max}$ よりも大きくなってしまふ）。このように、低回転時に電力供給可能なように設定しつつ、高回転時にも出力電圧がインバータ16及びDC/DCコンバータ13の作動可能範囲内に入るようにするためには、回路構成が複雑になってしまう。

【0022】そこで、本発電および推進システムにおいては、発電用機器10を、低回転時に大きな出力を出力できるように設定して、内部電力供給時の内燃機関2の振動・騒音を抑えとともに、バッテリー14及びスタータバッテリー14aへ充電を行うための機関付発電機17を、高回転時でも出力電圧がインバータ16及びDC/DCコンバータ13の作動可能範囲内に入るように設定して、該機関付発電機17によりバッテリー14及びスタータバッテリー14aの充電を行うように構成している。

【0023】このように、船内電力供給用の発電機とバッテリー14の充電用の発電機とを、発電用機器10と機関付発電機17との別系統に構成することで、船内電力供給を低回転時でも可能として、船内電力供給時の内燃機関2の振動・騒音を抑えつつ、広い回転数域で安定的に充電を行うことを可能としている。

【0024】次に、船舶の発電および推進システムの第三実施例について説明する。図4に示す推進装置1においては、電動機9を駆動するための電力が蓄えられるバッテリー14への充電を、推進装置1とは別に設けられる別置発電機又は商用電源からの出力により行うようにしている。別置発電機又は商用電源からの出力電力は、直流変換機19により直流に変換された後、バッテリー14に充電されている。

【0025】このように、バッテリー14の充電を、発電および推進システム外の別置発電機又は商用電源を用いて行うことで、システム内に発電機やそれに付随する機器が不要となり、当該システムの簡素化を図ることができる。また、このような構成をとることで、本推進機器1のように発電用機器10のような発電機能を有しない推進機器でも、電動機9を安定的に駆動することがで

き、本システムと同等の発電及び駆動システムを構築することが可能となる。さらに、船舶が寄港している際等、別置発電機や商用電源がある場合には、内燃機関2を運転することなくバッテリー14を充電することができ、充電作業も容易となる。

【0026】次に、船舶の発電および推進システムの第四実施例について説明する。図5に示す推進装置1においては、発電用機器10の出力部にリレー11a及び整流機器12が接続され、発電用機器10からの出力は整流機器12により直流に変換される。整流機器12により直流に変換された発電用機器10からの出力は、DC/DCコンバータ13により所定の電圧に変圧されてバッテリー14に充電される。また、整流機器12により直流に変換された発電用機器10からの出力は、インバータ16により交流変換されて、交流電力として船内供給される。

【0027】バッテリー14はリレー11bを介してコントローラ15に接続されている。また、バッテリー14の状態は、検出回路15aを通じてコントローラ15により検出可能とされている。そして、発電用機器10からの発電出力をバッテリー14に充電する際には、該バッテリー14の状態をコントローラ15により検出して、検出したバッテリー14の状態に応じて充電を行うように構成している。

【0028】例えば、バッテリー14に充電を行う場合、まず、充電前にはコントローラ15により前記リレー11a・11bが開状態に操作されており、バッテリー14は電氣的にオープン状態となっている。この状態で、検出回路15aを通じて、コントローラ15によりバッテリー14のオープン電圧といったバッテリー状態が検出される。バッテリー14のオープン電圧が検出されると、コントローラ15から出力される開閉信号によりリレー11a・11bが閉じられ、発電用機器10とバッテリー14とが、及びコントローラ15とバッテリー14とが電氣的に接続される。そして、バッテリー14は、発電用機器10により、検出したバッテリー状態に応じて充電される。

【0029】このバッテリー14の充電は、図6に示すフローに沿って行われる。即ち、充電中においては、検出回路15aを通じて、コントローラ15により、バッテリー14の充電状態、温度、電流、及び電圧といったバッテリー状態が検知される。同時に、内燃機関2の速度や、インバータ16の負荷、及びDC/DCコンバータ13の入力電圧等がコントローラ15により検知される（S1）。このコントローラ15により検知された内容に何か誤りがあるか否かが判断され（S2）、その検知した状態の内容がコントローラ15の表示部に表示される（S3）。その後、どのような条件で充電を行うかが、検知した内容に基づいて算出され（S4）、算出結果が出力される（S5）。そして、この算出結果に応じた条件でバッテリー14への充電が行われる。尚、ステップS

2で誤りがあった場合は、充電条件の出力はされず(S13)、警告信号が発せられる(S14)。

【0030】このように、バッテリー14への充電中は、バッテリー14の充電電圧や充電電流等のバッテリー状態を常に検知して、コントローラ15にて把握するようにしている。また、充電中は、バッテリー14の温度も検温回路15bを通じて常にコントローラ15によりモニタリングされている。そして、バッテリー14の充電状態が満充電状態となると、コントローラ15からリレー11aに対して開閉信号が送られ、リレー11aが開放側に操作されて、充電が終了する。

【0031】発電用機器10が発電してバッテリー14への充電が開始される前に、バッテリー14のオープン電圧等のバッテリー状態を検出し、充電中はバッテリー14の電圧・電流等のバッテリー状態を検知して、これらのバッテリー状態に応じてバッテリー14への充電を行うといったように、充電中のバッテリー状態を監視することで、内燃機関2を停止して電動機9を単独運転させた場合の、バッテリー量や充電状態や運転可能時間等の種々の情報を表示器に表示することが可能となる。また、検出・検知したバッテリー14等の情報を、充電制御や電動機9の駆動時の制御に対してフィードバックすることができ、充電制御や駆動制御の精度を向上させることができる。

#### 【0032】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成したので、以下に示すような効果を奏する。即ち、請求項1に示すごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、該発電用機器からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電するので、船内電力供給用の発電用機器と、電動機駆動用のバッテリーを充電するための発電用機器とを兼用して、発電および推進システムの構成の簡素化を図ることができる。また、推進用に用いられる内燃機関の余剰出力を、発電用機器の駆動に用いて、電力供給やバッテリーを充電するために有効活用することができる。さらに、発電用機器からの電力を一旦バッテリーに蓄えた上で、電動機を駆動するように構成しているので、内燃機関の運転状態に影響されることなく、電動機を安定して駆動することが可能である。特に、内燃機関が停止状態にあるときでも、バッテリーに蓄えられた電力で電動機を駆動し、安定的に推進することが可能である。

【0033】請求項2に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、内燃機関に取り付けられる発電機からの出力を、整流・平滑機器、直流／直流コンバータを順に介して、バッテリーに充電するので、船内電力供給を低回転時でも可能として、船内

電力供給時の内燃機関の振動・騒音を抑えつつ、広い回転数域で安定的に充電を行うことを可能となる。

【0034】請求項3に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置する機構、又は動力伝達装置に電動機を配設する機構において、内燃機関及び動力伝達装置とは別置きの発電機、又は商用電源からの出力を、直流変換した後、バッテリーに充電するので、当該システムの簡素化を図ることができる。また、このような構成をとることで、発電機能を有しない推進機器でも、電動機を安定的に駆動することができ、本システムと同等の発電及び駆動システムを構築することが可能となる。さらに、船舶が寄港している際等、別置発電機や商用電源がある場合には、内燃機関を運転することなくバッテリーを充電することができ、充電作業も容易となる。

【0035】請求項4に記載のごとく、航走用内燃機関と、該内燃機関に接続される動力伝達装置との間に、船内電力供給を行う発電用機器を設置し、動力伝達装置に電動機を配設する機構において、該発電用機器からの発電出力をバッテリーに充電する際には、発電用機器が発電を開始する前にオープン電圧等のバッテリー状態を検出し、充電中はバッテリーの電圧・電流等のバッテリー状態を検知して、これらのバッテリー状態に応じてバッテリーへの充電を行うので、内燃機関を停止して電動機を単独運転させた場合の、バッテリー量や充電状態や運転可能時間等の種々の情報を表示器に表示することが可能となる。また、検出・検知したバッテリー等の情報を、充電制御や電動機の駆動時の制御に対してフィードバックすることができ、充電制御や駆動制御の精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発電および推進システムにかかる船舶の推進装置を示す図である。

【図2】推進装置の第二実施例を示す図である。

【図3】発電機回転数と発電機出力との関係を示す図である。

【図4】推進装置の第三実施例を示す図である。

【図5】推進装置の第四実施例を示す図である。

【図6】推進装置におけるバッテリーの充電フローを示す図である。

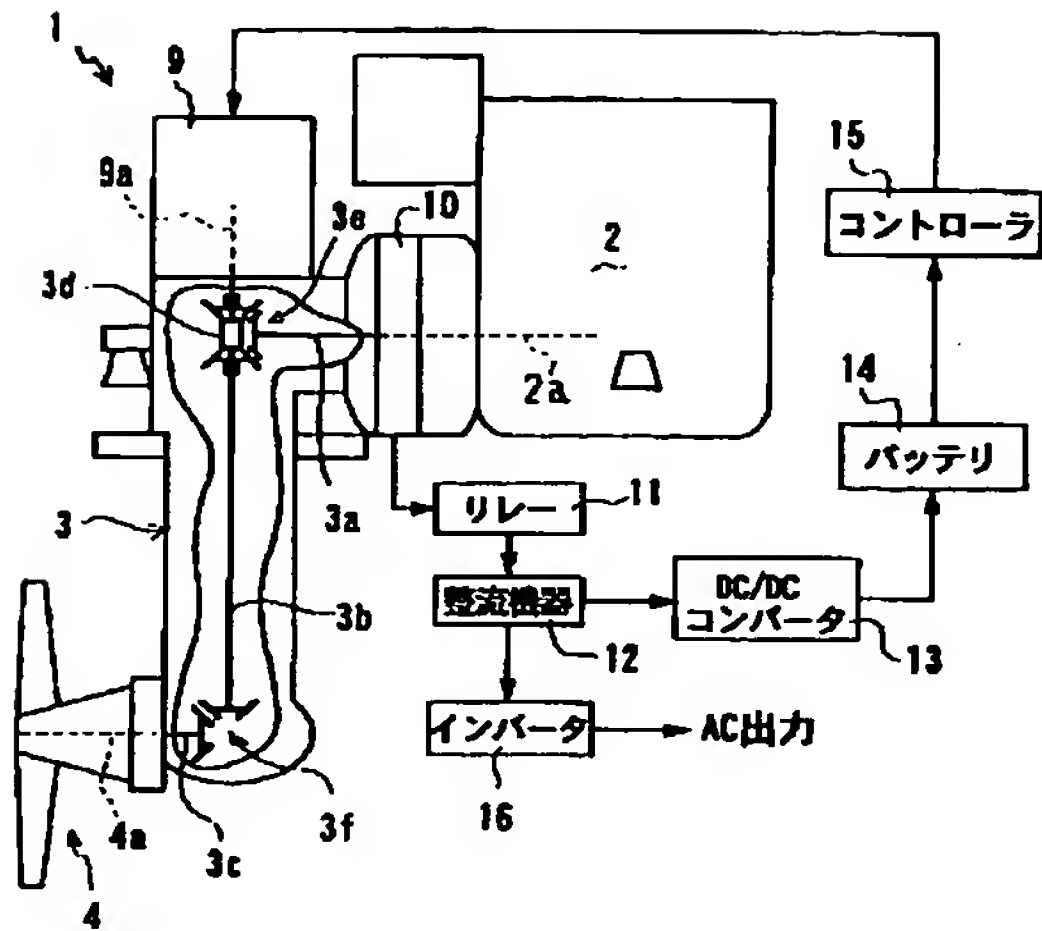
#### 【符号の説明】

- 1 推進装置
- 2 内燃機関
- 3 動力伝達装置
- 4 プロペラ
- 10 発電用機器
- 11 リレー
- 12 整流機器
- 13 DC/DCコンバータ

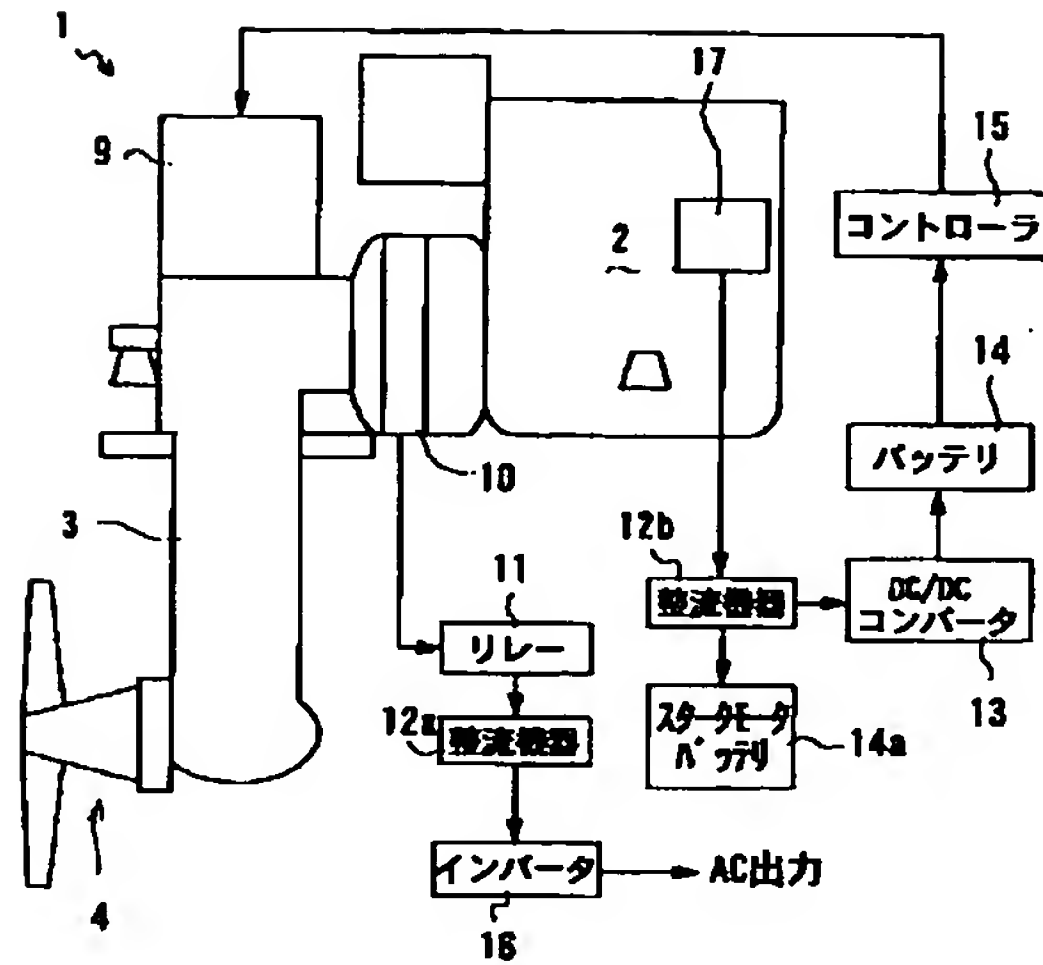
14 バッテリ  
15 コントローラ

16 インバータ

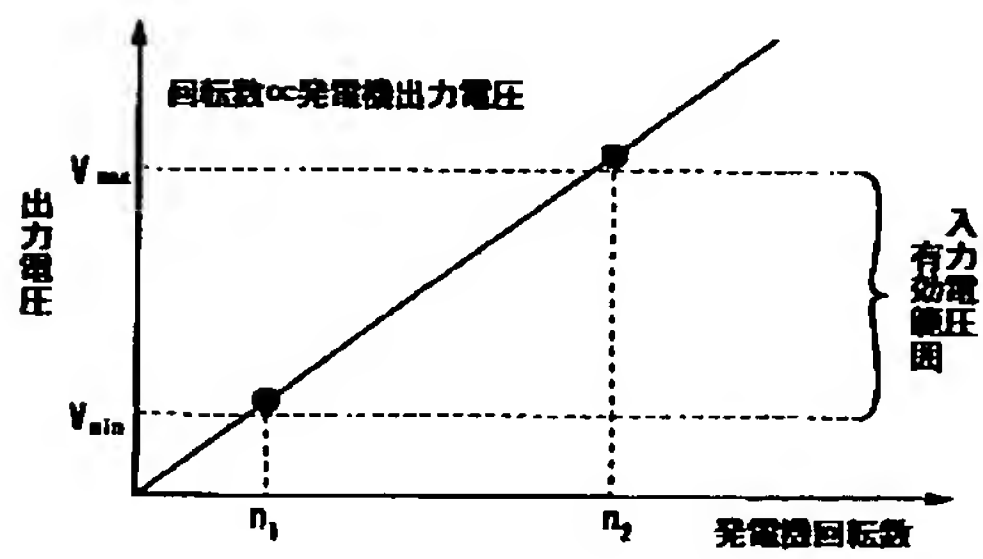
【図1】



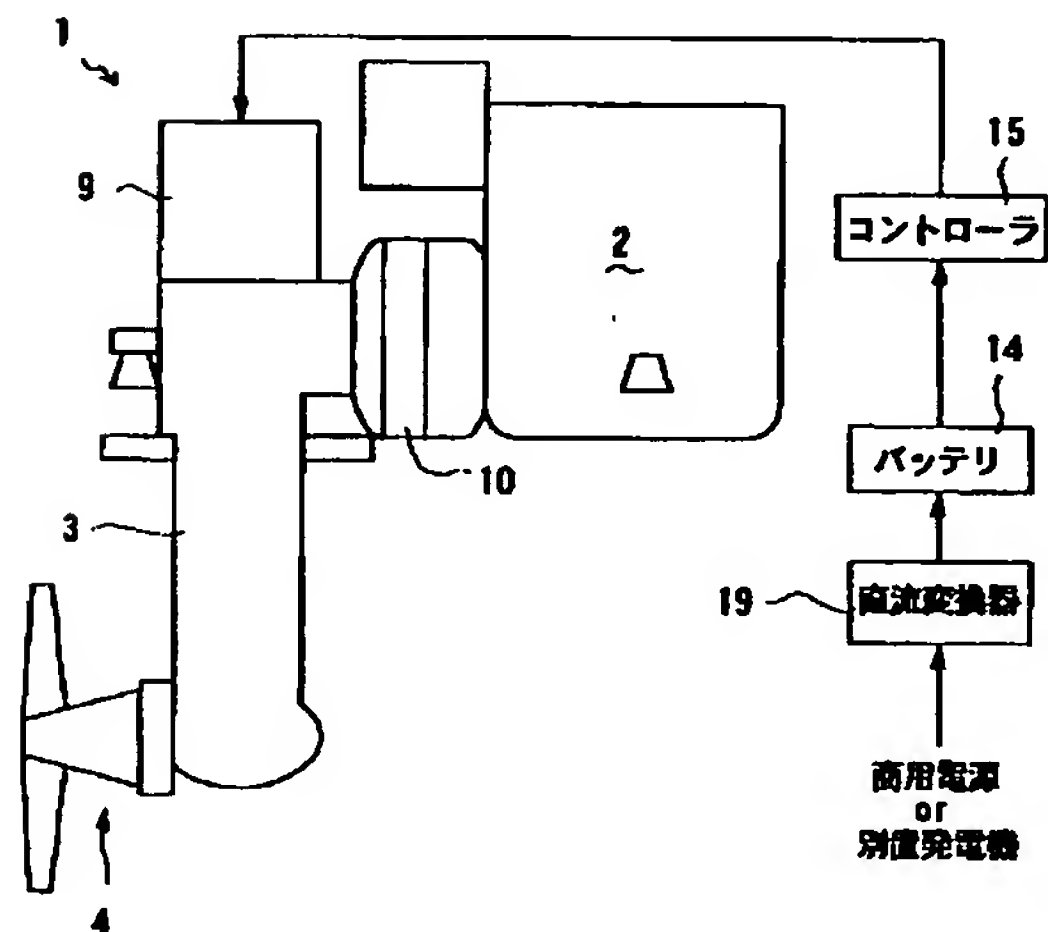
【図2】



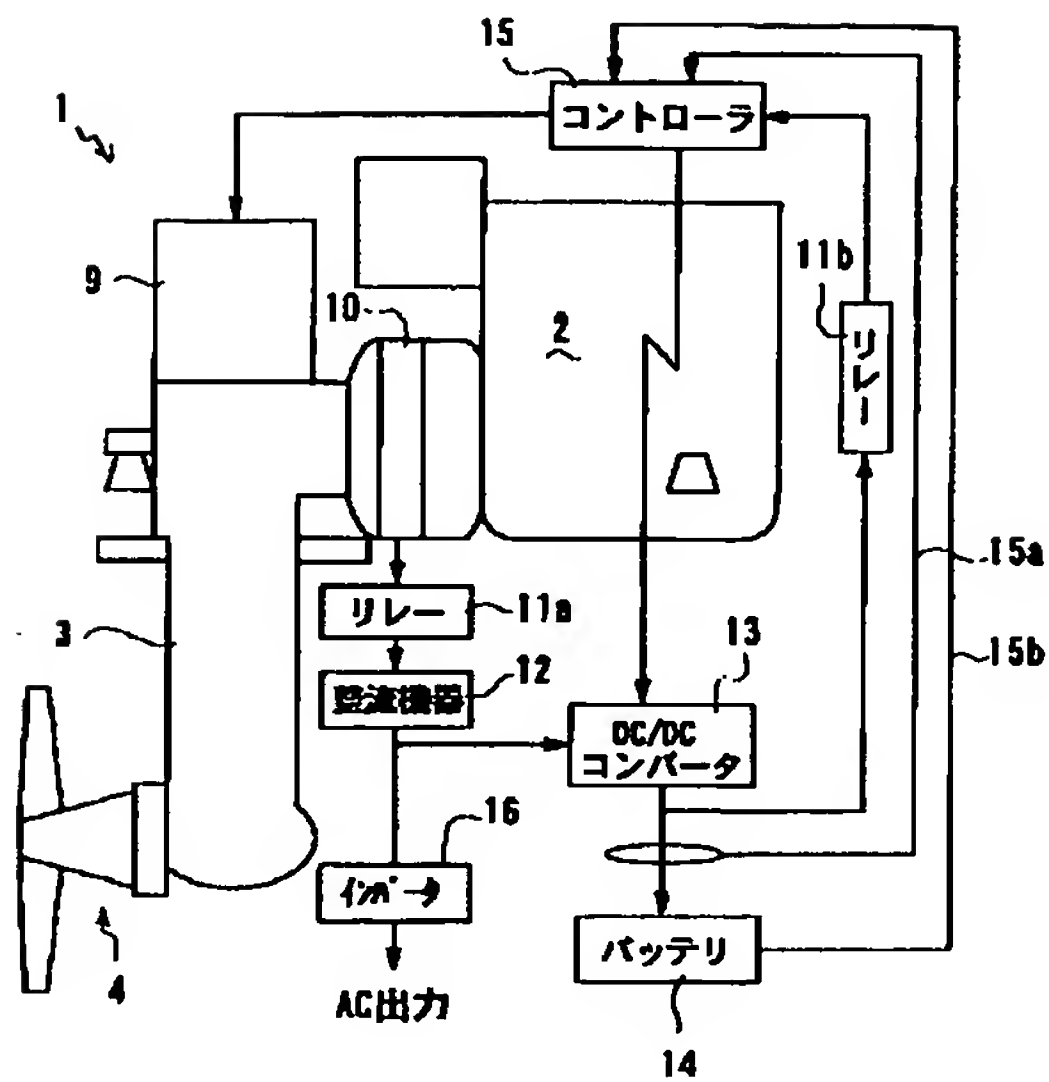
【図3】



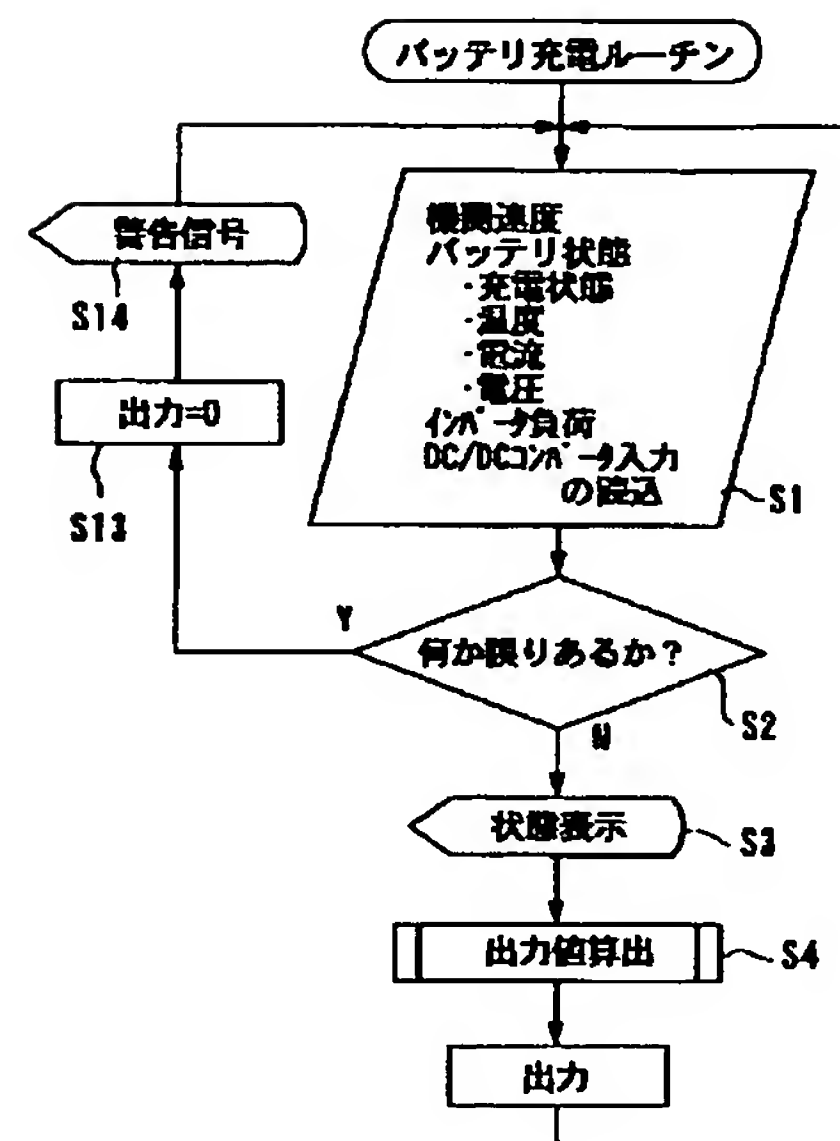
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

H02P 9/04

識別記号

FI

H02P 9/04

テーマコード(参考)

J

(72)発明者 戸田 隆行

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマ  
ーディーゼル株式会社内

(72)発明者 常陸 純一

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマ  
ーディーゼル株式会社内

Fターム(参考) 3G093 AA19 EB08

5H590 AA01 AA04 AA08 AB04 AB05  
CA07 CA22 CB03 CC01 CD01  
CD03 CD10 CE03 CE05 DD25  
EA07 EA13 EB02 EB14 EB21  
FA05 FA08 FC12 GA02 GA04  
HA02 HA04 HA27 KK01

DERWENT-ACC-NO: 2003-692011

DERWENT-WEEK: 200366

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Electric power generation and propulsion  
system of ship,  
includes serially connected rectification  
apparatus and  
DC/DC converter, for charging battery by  
receiving  
electric power generated in generator

PATENT-ASSIGNEE: YANMAR DIESEL ENGINE CO[YANM]

PRIORITY-DATA: 2001JP-0278214 (September 13, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2003081191 A	March 19, 2003	N/A
007 B63J 003/02		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2003081191A	N/A	2001JP-0278214
September 13, 2001		

INT-CL (IPC): B63H021/17, B63J003/02 , B63J005/00 , F02D029/02 ,  
F02D029/06 , H02P009/04

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003081191A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The system includes a serially connected rectification  
apparatus (12)  
and DC/DC converter (13) which are interposed between an electric  
power  
generator (10) and a battery (14), for charging the battery, by  
receiving  
electric power generated in electric power generator.

USE - Electric power generation and propulsion system in ship.

ADVANTAGE - Enables charging battery by utilizing the excess power of

internal  
combustion engine efficiently, and thereby ensuring stable actuation  
of the  
motor.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the structure of the  
propulsive  
engine of the electric power generation and propulsion system.  
(Drawing  
includes non-English language text).

electric power generator 10

rectification apparatus 12

DC/DC converter 13

battery 14

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: ELECTRIC POWER GENERATE PROPEL SYSTEM SHIP SERIAL  
CONNECT RECTIFY

APPARATUS DC DC CONVERTER CHARGE BATTERY RECEIVE ELECTRIC  
POWER

GENERATE GENERATOR

DERWENT-CLASS: Q24 Q52 W06 X13

EPI-CODES: W06-C01C3; W06-C01C7; X13-G02X;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-552847

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-081191

(43)Date of publication of application : 19.03.2003

(51)Int.Cl.

B63J 3/02  
B63H 21/17  
B63J 5/00  
F02D 29/02  
F02D 29/06  
H02P 9/04

(21)Application number : 2001-278214

(71)Applicant : YANMAR CO LTD

(22)Date of filing : 13.09.2001

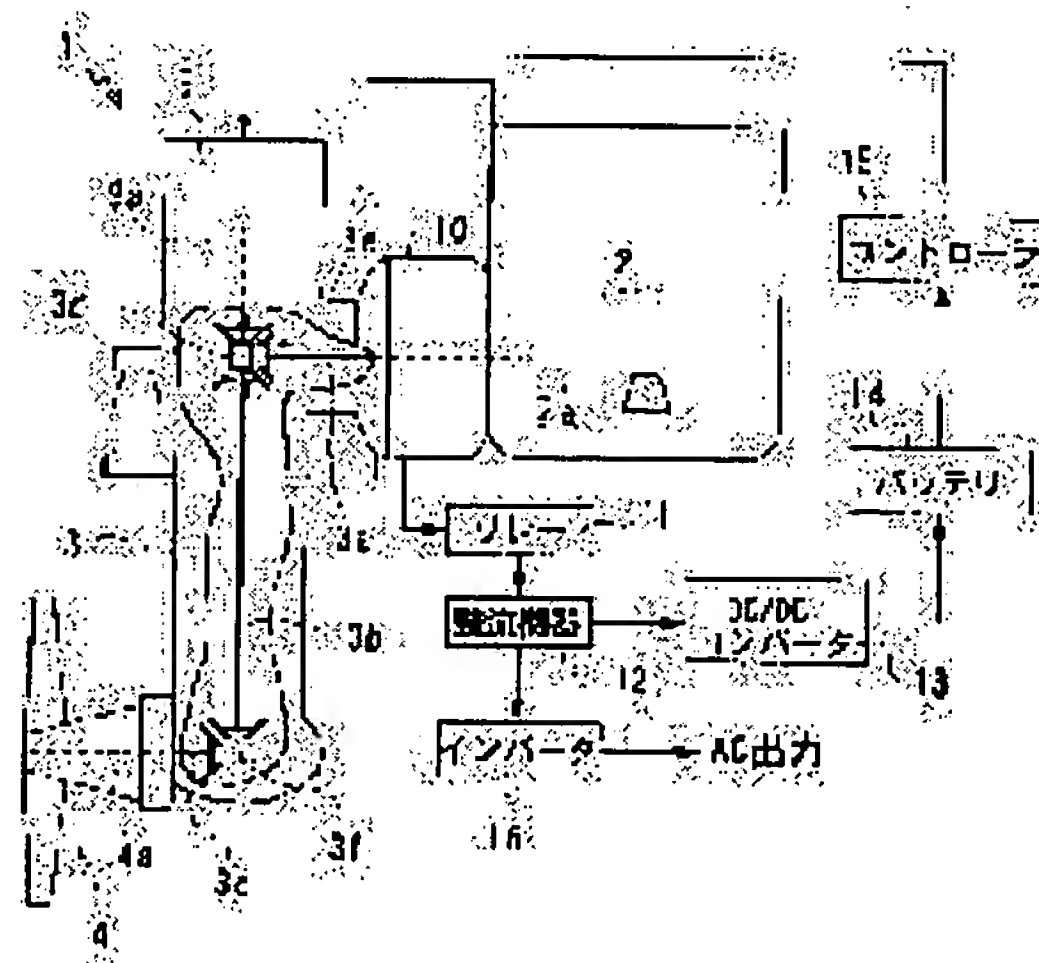
(72)Inventor : MORI HISANORI  
NAKAGAKI MITSUHIRO  
TODA TAKAYUKI  
HITACHI JUNICHI

(54) POWER GENERATING AND PROPELLING SYSTEM FOR SHIP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem on a conventional ship having a propelling device, on which a battery for charging inboard power is mounted but a battery for driving a motor is not mounted, that the battery for driving the motor should be provided for stable drive of the motor to establish a charging path for the motor driving battery and in this case to establish a system for detecting or monitoring the charging condition of the battery for stable and proper charge.

SOLUTION: A mechanism comprises generating equipment 10 installed between a sailing internal combustion engine 2 and a power transmission device 3 to be connected to the internal combustion engine 2 for supplying inboard power and the motor 9 arranged in the power transmission device 3, wherein the output of the generating equipment 10 is charged to the battery 14 via rectifying equipment 12 and a DC/DC converter 13 in sequence.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] between the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- a generation of electrical energy and the propulsion system of the vessel characterized by charging the output from this device for a generation of electrical energy through rectification and a smooth device, and a direct current/DC converter at a dc-battery in order in the device which installs the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply, and arranges a motor in a transmission.

[Claim 2] between the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- a generation of electrical energy and the propulsion system of the vessel characterized by to charge in order the output from the generator attached in an internal combustion engine at a dc-battery through rectification and a smooth device, and a direct current/DC converter in the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission.

[Claim 3] between the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- in the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission, an internal combustion engine and a transmission are another -- every -- a generation of electrical energy and propulsion system of the vessel characterized by charging a dc-battery after carrying out conversion into dc of the output from a generator or a source power supply.

[Claim 4] Between the internal combustion engine for sailing, and the transmission connected to this internal combustion engine the interior of a ship -- the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply being installed, and the generation-of-electrical-energy output from this device for a generation of electrical energy in the device which arranges a motor in a transmission, in case a dc-battery is charged It is the generation of electrical energy and propulsion system of a vessel which are characterized by detecting dc-battery conditions, such as an opening electrical potential difference, before the device for a generation of electrical energy starts a generation of electrical energy, detecting the dc-battery condition of \*\*\*\*\* of a dc-battery during charge, and performing charge to a dc-battery according to these dc-battery conditions.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- the internal combustion engine for sailing, and the interior of a ship -- it is related with the generation of electrical energy of a vessel which has the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply, and the configuration of a propulsion system.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the propulsive engine of a vessel is constituted by the internal combustion engine, the transmission, etc., and after it slows down an internal combustion engine's driving force with transmission, it drives the propeller connected to a transmission. There are some whose sailing the motor was established as a driving source for sailing in addition to the internal combustion engine, and assisted the internal combustion engine with this motor, or was enabled by the motor independent in this propulsive engine. Moreover, the electric power supply to the electrical machinery and apparatus used inboard was performed by driving the generator attached to the internal combustion engine in the propulsive engine of a vessel etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the vessel which has the above-mentioned propulsive engine although the dc-battery which charges ship internal use power was carried, it followed, and since [ which is stabilize and drives a motor ] the dc-battery for driving a motor was not carried, the dc-battery for a motor drive needed to be formed, and the path for charging the dc-battery for a motor drive needed to be established. Furthermore, in order to perform proper charge stabilized in this case, it is necessary to establish the system which performs the detection and the monitor of a dc-battery condition at the time of charge.

[0004]

[Means for Solving the Problem] This invention uses the following means that the above-mentioned technical problem should be solved. between a profit according to claim 1, the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, and the output from this device for a generation of electrical energy is charged through rectification and a smooth device, and a direct current/DC converter at a dc-battery in the device which arranges a motor in a transmission in order.

[0005] between a profit according to claim 2, the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- in the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission, the output from the generator attached in an internal combustion engine is charged through rectification and a smooth device, and a direct current/DC converter at a dc-battery in order.

[0006] between a profit according to claim 3, the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- in the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission, an internal combustion engine and a transmission are another -- every -- a dc-battery is charged after carrying out conversion into dc of the output from a generator or a source power supply.

[0007] Between a profit according to claim 4, the internal combustion engine for sailing, and the transmission connected to this internal combustion engine the interior of a ship -- the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply being installed, and the generation-of-electrical-energy output from this device for a generation of electrical energy in the device which arranges a motor in a transmission, in case a dc-battery is charged Before the device for a generation of electrical energy starts a generation of electrical energy, dc-battery conditions, such as an opening electrical potential difference, are detected, during charge, the dc-battery condition of \*\*\*\*\* of a dc-battery is detected, and charge to a dc-battery is performed according to these dc-battery

conditions.

[0008]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained using drawing. Drawing showing the propulsive engine of the vessel which drawing 1 requires for a generation of electrical energy and propulsion system of this invention, drawing in which drawing 2 shows the second example of a propulsive engine, drawing in which drawing 3 shows the relation between a generator rotational frequency and a generator output, drawing in which drawing 4 shows the third example of a propulsive engine, drawing in which drawing 5 shows the fourth example of a propulsive engine, and drawing 6 are drawings showing the charge flow of the dc-battery in the propulsive engine of drawing 5.

[0009] The propulsive engine of a vessel concerning a generation of electrical energy and propulsion system of this invention is explained. The propulsive engine 1 shown in drawing 1 has the internal combustion engine 2 and the transmission 3 constituted by the sail drive, and the propeller 4 is connected to the transmission 3. The driving force from this internal combustion engine 2 is transmitted to a propeller 4, slowing down with a transmission 3, and, as a result, the rotation drive of the propeller 4 is carried out. Moreover, in a propulsive engine 1, the device 10 for a generation of electrical energy which is a device which has a generator and a generator property between an internal combustion engine 2 and a transmission 3 is infixed. and -- using for the below-mentioned motor drive the power which drove the device 10 for a generation of electrical energy with the internal combustion engine 2, and was generated by this device 10 for a generation of electrical energy \*\*\*\* -- the interior of a ship -- he is trying to supply power

[0010] Explanation of the power transfer path from an internal combustion engine 2 to a propeller 4 first connects an internal combustion engine's 2 crankshaft 2a, and input-shaft 3a of the transmission 3 arranged to an abbreviation horizontal direction. In the transmission 3, input-shaft 3a is connected with the upper limit section of transfer shaft 3 arranged to an abbreviation perpendicular direction by first bevel-gear section 3e through clutch 3d, and the lower limit section of transfer shaft 3b and output-shaft 3c are connected by the 3f of the second bevel-gear sections.

[0011] Output-shaft 3c of a transmission 3 is connected with driving shaft 4a of a propeller 4. And an internal combustion engine's 2 drive output is transmitted to input-shaft 3a of a transmission 3 from crankshaft 2a, and is told after that to driving shaft 4a of a propeller 4 through clutch 3d and transfer shaft 3b and output-shaft 3c. Clutch 3d, while switching connection and un-connecting with input-shaft 3a and transfer shaft 3b, in case rotation of input-sha 3a is transmitted to transfer shaft 3b, it has the function which switches the hand of cut.

[0012] Moreover, the motor 9 is installed in the upper limit section of a transmission 3. Output-shaft 9a of a motor 9 connected with transfer shaft 3b.

[0013] Said device 10 for a generation of electrical energy is constituted by the high-frequency generator, the relay (electromagnetic switch) 11, the rectifier 12, DC to DC converter 13, and the dc-battery 14 are connected to the output section of this device 10 for a generation of electrical energy in order, and this dc-battery 14 is connected to said motor 9 through the controller 15. And after the alternating current power generated by the device 10 for a generation of electrical energy is rectified and graduated by the rectifier 12 and is changed into a direct current, it is transformed by the predetermined electrical potential difference with DC to DC converter 13, and is charged by the dc-battery 14. Moreover, relay 11 is carrying out closing motion control by the controller 15, and can also perform a switch of whether to perform charge to whether the output of the device 10 for a generation of electrical energy is supplied to the interior of a ship, and a dc-battery 14.

[0014] A motor 9 is driven with the power charged by the dc-battery 14, and the drive of this motor 9 is controlled by the controller 15. moreover, the power from the device 10 for a generation of electrical energy rectified and graduated by the rectifier 12 is changed into an alternating current with an inverter 16 -- having -- as alternating current power the interior of a ship -- supply is made possible.

[0015] In the propulsive engine 1 constituted like the above, it is possible to carry out with three kinds of patterns of which assists a drive with a motor 9 and which is driven only with the \*\* motor 9, driving with the \*\* internal combustion engine 2 which drives the drive of a propeller 4 only with the \*\* internal combustion engine 2 by switch clutch 3d. In this case, it connects with the controller 15 clutch 3d, and the switch of this clutch 3d is controlled by the controller 15.

[0016] In addition, in this example, a transmission 3 extends greatly under the internal combustion engine 2, and although main propulsion equipment 1 is constituted by the sail drive to which the direct propeller 4 was attached in transmission 3, it can also be constituted on the marine gear by which the back end section of a transmission 3 is equipped with the propeller shaft of a propeller 4.

[0017] as mentioned above, in the generation of electrical energy and propulsion system in main propulsion equipment 1 the alternating current power generated by the device 10 for a generation of electrical energy driven with an internal combustion engine 2 -- the interior of a ship, while making supply possible the dc-battery 14 for driving a motor 9 is

charged -- as -- constituting -- \*\*\*\* -- the interior of a ship -- the device for a generation of electrical energy for electric power supplies and the device for a generation of electrical energy for charging the dc-battery 14 for a motor drive made to serve a double purpose, and simplification of a generation of electrical energy and the configuration of a propulsion system is attained.

[0018] Moreover, the output of the internal combustion engine 2 used for propulsion is used for the drive of the device 10 for a generation of electrical energy, and it can use effectively in order to charge an electric power supply and a dc-battery 14. Furthermore, it is possible for it to be stabilized and to drive a motor 9, without being influenced by an internal combustion engine's 2 operational status, since it constitutes so that a motor 9 may be driven, after once storing the power from the device 10 for a generation of electrical energy in a dc-battery 14. Even when an internal combustion engine 2 is in an idle state especially, it is possible to drive a motor 9 and to promote stably with the power stored in the dc-battery 14.

[0019] Next, a generation of electrical energy of a vessel and the second example of a propulsion system are explained in the propulsive engine 1 shown in drawing 2, after the output from the device 10 for a generation of electrical energy installed between an internal combustion engine 2 and a transmission 3 through a relay 11, is once rectified and graduated by rectifier 12a and is changed into a direct current, it is changed into an alternating current with an inverter 16 -- having -- as an ac output -- the interior of a ship -- it is supplied.

[0020] The generators 17 with an engine, such as an AC dynamo, are attached to the internal combustion engine 2, and after the generation-of-electrical-energy output from this generator 17 with an engine is rectified and graduated by rectifier 12b, it is charged by starter dc-battery 14a for driving an internal combustion engine's 2 starter motor.

Moreover, the output power from the generator 17 with an engine changed into the direct current by rectifier 12b is transformed by the predetermined electrical potential difference with DC to DC converter 13, and is charged by the dc-battery 14. The motor 9 with which the upper limit of a transmission 3 is equipped is driven with the power charged in this dc-battery 14, and the drive of this motor 9 is controlled by the controller 15.

[0021] Here, as shown in drawing 3, the output voltage of the device 10 for a generation of electrical energy and the generator 17 with an engine is proportional to the rotational frequency of the device 10 for a generation of electrical energy, and the generator 17 with an engine. Moreover, there is a fixed range in the input voltage with which an inverter 16 and DC to DC converter 13 operate normally, for example, it has become the range from  $V_{min}$  to  $V_{max}$ . Therefore, for the interior of a ship, when it constitutes so that only the device 10 for a generation of electrical energy may perform charge to electric power supply and dc-battery 14 and 14a, if it sets up so that the electrical potential difference in which an electric power supply is possible can be outputted at the time of the low rotation whose internal combustion engine 2 are low vibration and the low noise comparatively about this device 10 for a generation of electrical energy (if it sets up so that the output voltage at the time of the rotational frequency  $n_1$  which is low rotation may become larger than  $V_{min}$  for example), the output voltage at the time of high rotation (for example, several  $n$  rotation 2) will separate from the range of an inverter 16 and DC to DC converter 13 which can be operated (that is, output voltage will become larger than  $V_{max}$ ). Thus, circuitry will be complicated in order to make its output voltage enter within limits [ an inverter 16 and DC to DC converter 13 ] which can be operated also at the time of high rotation, setting up at the time of low rotation so that an electric power supply may be possible.

[0022] Then, it sets to this generation of electrical energy and a propulsion system. While the device 10 for a generation of electrical energy is set up so that a big output can be outputted at the time of low rotation, and suppressing vibration and noise of the internal combustion engine 2 at the time of an internal electric power supply, the generator 17 with an engine for charging to a dc-battery 14 and starter dc-battery 14a is set up so that output voltage may enter within limits [ an inverter 16 and DC to DC converter 13 ] which can be operated also in the time of high rotation. It constitutes so that this generator 17 with an engine may perform charge of a dc-battery 14 and starter dc-battery 14a.

[0023] thus, the interior of a ship -- constituting the generator for electric power supplies, and the generator for charge of a dc-battery 14 for another network of the device 10 for a generation of electrical energy, and the generator 17 with an engine -- the interior of a ship -- being possible in an electric power supply also at the time of low rotation -- carrying out -- the interior of a ship -- it makes it possible to charge stably in a large rotational frequency region, suppressing vibration and noise of the internal combustion engine 2 at the time of an electric power supply.

[0024] Next, a generation of electrical energy of a vessel and the third example of a propulsion system are explained in the propulsive engine 1 shown in drawing 4, another \*\*\*\*\* which can be prepared independently [ a propulsive engine 1 ], or the output from a source power supply is made to perform charge to the dc-battery 14 in which the power for driving a motor 9 is stored. After another \*\*\*\*\* or the output power from a source power supply is changed into a direct current by the direct current converter 19, it is charged by the dc-battery 14.

[0025] Thus, by performing charge of a dc-battery 14 using another \*\*\*\*\* or the source power supply besides a generation of electrical energy and a propulsion system, the device which accompanies in a system as a generator or becomes unnecessary, and simplification of the system concerned can be attained. Moreover, by taking such a

configuration, a motor 9 can be driven stably and the screw machine which does not have a generation-of-electrical-energy function like the device 10 for a generation of electrical energy like the main propulsion device 1 also enable to build a generation of electrical energy equivalent to this system, and a drive system. Furthermore, when the vessel has called at a port and there are another \*\*\*\*\* and a source power supply, a dc-battery 14 can be charged witho operating an internal combustion engine 2, and charge becomes easy.

[0026] Next, a generation of electrical energy of a vessel and the fourth example of a propulsion system are explained. In the propulsive engine 1 shown in drawing 5, relay 11a and a rectifier 12 are connected to the output section of the device 10 for a generation of electrical energy, and the output from the device 10 for a generation of electrical energy changed into a direct current by the rectifier 12. The output from the device 10 for a generation of electrical energy changed into the direct current by the rectifier 12 is transformed by the predetermined electrical potential difference with DC to DC converter 13, and is charged by the dc-battery 14. moreover, conversion into ac of the output from the device 10 for a generation of electrical energy changed into the direct current by the rectifier 12 is carried out with an inverter 16 -- having -- as alternating current power -- the interior of a ship -- it is supplied.

[0027] The dc-battery 14 is connected to the controller 15 through relay 11b. Moreover, detection of the condition of dc-battery 14 is enabled by the controller 15 through detector 15a. And in case the generation-of-electrical-energy output from the device 10 for a generation of electrical energy is charged at a dc-battery 14, a controller 15 detects the condition of this dc-battery 14, and it constitutes so that it may charge according to the condition of the detected dc-battery 14.

[0028] For example, when charging at a dc-battery 14, first, before charge, said relay 11a and 11b are operated by the open condition by the controller 15, and the dc-battery 14 is in the opening condition electrically. In this condition, the dc-battery condition of the opening electrical potential difference of a dc-battery 14 is detected by the controller 15 through detector 15a. If the opening electrical potential difference of a dc-battery 14 is detected, relay 11a and 11b will be closed by the keying signal outputted from a controller 15, and the device 10 for a generation of electrical energy, dc-battery 14, and a controller 15 and a dc-battery 14 will be connected electrically. And a dc-battery 14 is charged by the device 10 for a generation of electrical energy according to the detected dc-battery condition.

[0029] Charge of this dc-battery 14 is performed in accordance with the flow shown in drawing 6. Namely, the charge condition of a dc-battery 14, temperature, a current, and the dc-battery condition of an electrical potential difference detected [ be / it / under / charge / setting ] by the controller 15 through detector 15a. An internal combustion engine's rate, the load of an inverter 16, the input voltage of DC to DC converter 13, etc. are detected by the controller 15 by coincidence (S1). It is judged whether any errors are in the contents detected by this controller 15 (S2), and the contents in that condition of having detected are displayed on the display of a controller 15 (S3). Then, it is computed based on the contents which on what kind of conditions it charges detected, and (S4) and a calculation result are outputted (S5). And charge to a dc-battery 14 is performed on the conditions according to this calculation result. In addition, when there is an error at step S2, the output of charge conditions is not carried out (S13), but an alarm signal is emitted (S1

[0030] Thus, he always detects dc-battery conditions, such as a charge electrical potential difference of a dc-battery 1 and the charging current, and is trying to grasp by the controller 15 during the charge to a dc-battery 14. Moreover, monitoring also of the temperature of a dc-battery 14 is always carried out by the controller 15 through thermometry circuit 15b during charge. And if the charge condition of a dc-battery 14 will be in a full charge condition, a keying signal will be sent from a controller 15 to relay 11a, relay 11a will be operated at a disconnection side, and charge will be completed.

[0031] Before the device 10 for a generation of electrical energy generates electricity and the charge to a dc-battery 1 is started, detect dc-battery conditions, such as an opening electrical potential difference of a dc-battery 14, and the dc-battery condition of \*\*\*\*\* of a dc-battery 14 is detected during charge. As it said that charge to a dc-battery was performed according to these dc-battery conditions, under supervising the dc-battery condition under charge. It becomes possible to display various information, such as the amount of dc-batteries and charge condition at the time suspending an internal combustion engine 2 and carrying out individual operation of the motor 9, and time amount which can be operated, on a drop. Moreover, the information on the dc-battery 14 grade detected and detected can be fed back to charge control or the control at the time of the drive of a motor 9, and the precision of charge control or drive control can be raised.

[0032]

[Effect of the Invention] Since this invention was constituted as mentioned above, it does effectiveness as taken below. As shown in claim 1, namely, between the internal combustion engine for sailing, and the transmission connected to this internal combustion engine the interior of a ship -- the output from this device for a generation of electrical energy in the device which installs the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply, and arranges a motor in a transmission, since a dc-battery is charged through rectification and a smooth device, and a

direct current/DC converter in order the interior of a ship -- the device for a generation of electrical energy for electric power supplies and the device for a generation of electrical energy for charging the dc-battery for a motor drive can be made to serve a double purpose, and simplification of a generation of electrical energy and the configuration of a propulsion system can be attained. Moreover, the excess power of the internal combustion engine used for propulsion used for the drive of the device for a generation of electrical energy, and it can use effectively in order to charge an electric power supply and a dc-battery. Furthermore, it is possible for it to be stabilized and to drive a motor, without being influenced by an internal combustion engine's operational status, since it constitutes so that a motor may be driven, after once storing the power from the device for a generation of electrical energy in a dc-battery. Even when internal combustion engine is in a idle state especially, it is possible to drive a motor and to promote stably with the power stored in the dc-battery.

[0033] Between a profit according to claim 2, the internal combustion engine for sailing, and the transmission connected to this internal combustion engine In the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission the interior of a ship -- Since a dc-battery is charged through rectification and a smooth device, and a direct current/DC converter in order, the output from the generator attached in an internal combustion engine the interior of a ship -- being possible in an electric power supply also at the time of low rotation -- carrying out -- the interior of a ship -- it becomes possible about charging stably in a large rotational frequency region, suppressing vibration and noise of the internal combustion engine at the time of an electric power supply.

[0034] between a profit according to claim 3, the internal combustion engine for sailing, and the transmissions connected to this internal combustion engine -- the interior of a ship -- in the device in which the device for a generation of electrical energy which performs an electric power supply is installed, or the device which arranges a motor in a transmission, an internal combustion engine and a transmission are another -- every -- since a dc-battery is charged after carrying out conversion into dc of the output from a generator or a source power supply, simplification the system concerned can be attained. Moreover, by taking such a configuration, a motor can be driven stably and the screw machine which does not have a generation-of-electrical-energy function also enables it to build a generation of electrical energy equivalent to this system, and a drive system. Furthermore, when the vessel has called at a port and there are another \*\*\*\*\* and a source power supply, a dc-battery can be charged without operating an internal combustion engine, and charge becomes easy.

[0035] Between a profit according to claim 4, the internal combustion engine for sailing, and the transmission connected to this internal combustion engine